

## ⑫ 公開特許公報(A) 平3-79985

⑮ Int. Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成3年(1991)4月4日

F 27 B 17/00

D 7511-4K

G 05 D 23/00

F 8835-5H

H 05 B 23/19

H 8835-5H

H 05 B 3/00

3 5 0

7719-3K

審査請求 未請求 請求項の数 4 (全5頁)

⑭ 発明の名称 電気炉の温度制御方法

⑯ 特 願 平1-215611

⑰ 出 願 平1(1989)8月22日

⑱ 発 明 者 大 槻 憲 治 東京都品川区東品川3丁目25番21号 株式会社ディスコハイテック内

⑲ 出 願 人 株式会社ディスコハイテック 東京都品川区東品川3丁目25番21号

⑳ 代 理 人 弁理士 秋 元 輝 雄

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

電気炉の温度制御方法

## 2. 特許請求の範囲

(1) 反応管の外周面に配設されたヒータを含む加熱領域に冷却媒体を適宜供給し、ランプアップによるオーバシュートを抑制して短時間で炉内温度を安定させることを特徴とする電気炉の温度制御方法。

(2) 炉内温度が所望温度に到達した時又はその直前に加熱領域に冷却媒体を供給し、オーバシュートを防止したことを特徴とする請求項(1)記載の電気炉の温度制御方法。

(3) 冷却媒体の供給手段としてラジエーター及びプロアーが加熱領域を含む循環路に設けられ、該プロアーの駆動を周波数インバーターによって回転速度を制御して駆動するようにしたことを特徴とする請求項(1)又は(2)記載の電気炉の温度制御方法。

(4) 冷却媒体は電気炉の加熱領域とラジエーター及びプロアーを含む閉ループ循環路中を循環させるようにした請求項(1)、(2)又は(3)記載の電気炉の温度制御方法。

## 3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、半導体ウエーハを熱処理する電気炉の炉内温度を、短時間で所定温度に安定させる制御方法に関するものである。

〔従来技術〕

この種の電気炉に限って従来例を検討すると、適切な温度制御方法は見当たらないが、「気相成長方法」において、同様の温度制御を行っているものが、特開昭61-13617号公報に開示されている。この従来例による温度制御は、反応室内のサセプタに半導体基板(ウエーハ)を載置し、そのサセプタを加熱することによりウエーハを間接的に加熱し、その表面に気相を成長させるものであり、前記サセプタの加熱温度を調整しようとするものである。

この場合に、一般的な加熱手段による昇温から恒温への移行において、オーバーシュートが生ずることを明らかにし、このオーバーシュートを改善するための手段として、最も高温となるサセプタの外周側の温度を検出し、それによって昇温を制御することが開示されている。

そして一般的には、第3～4図に示したように、電気炉においてもランプアップから恒温、即ち平衡温度への移行において、オーバーシュート現象が生ずる。即ち、第3図に示した縦型の電気炉の構成は外側から第1カバー1、第2カバー2、断熱材3、セラミックのスペーサ4、金属発熱体（ヒータ）5、ライナーチューブ（均熱管）6、プロセスチューブ（反応管）7で構成され、その反応管内に石英ポート8に搭載した半導体ウエーハ等の被処理物9が収納され、前記金属発熱体5に通電して断熱材3から内側の炉内温度を、例えば室温から1200℃（1250℃）まで加熱（ランプアップ）するには、夫々の材質に対応して、体積×比重×比熱×温度差に相当する熱容量を

与えることで、目的の温度に到達する。又、上記の相当する熱容量を与えても直ちに目的の温度に到達せず、各物質特有の熱伝導度、熱伝達率等によって制限される。

そこで、電気炉における炉内温度を例えば平衡温度の1200℃にするために、ヒータ5に通電してランプアップさせると、熱電対Aで検出した加熱領域の温度は、第4図に線aで示したように昇温し、熱電対Bで検出した炉内温度（反応管内温度）がcで示したように昇温し1200℃になったことを検出した段階で、ヒータ5への通電をストップし、自然放冷により炉内温度をランプダウンさせることになるが、ヒータ5への通電をストップしても、第4図から理解できるように直ちに検出温度、即ち1200℃で安定するわけではなく、前記電気炉の構成部材の特有の熱伝導度及び熱伝達率等によって、オーバーシュート分bが生ずる。そして、自然放冷によって炉内温度をランプダウンさせる場合も、その温度が1200℃になったことを検出した段階で、その温度を維持

するための容量の電流を再度ヒータに通電するが、ランプダウンがやはり前記同様に構成部材の特性によって1200℃を一時的に下回ることになり、再度の加熱によって徐々に昇温し、設定した恒温に至るまでにそれなりの時間が掛かる。通常、この時間tは10～30分程度である。

従って、従来の電気炉においては、短時間での平衡温度維持及びそれに伴う作業性に課題を有しているのである。

#### 【課題を解決するための手段】

前記従来例の課題を解決する具体的手段として本発明は、反応管の外周面に配設されたヒータを含む加熱領域に冷却媒体を適宜供給し、ランプアップによるオーバーシュートを抑制して短時間で炉内温度を安定させることを特徴とする電気炉の温度制御方法を提供するものであり、前記炉内温度が所望温度に到達した時又はその直前に加熱領域に冷却媒体を供給し、オーバーシュートを防止するようにしたものであり、そして前記冷却媒体の供給手段としてラジエーター及びプロアーが加熱領域

を含む循環路に設けられ、該プロアーの駆動を周波数インバーターによって回転速度を制御して駆動するようにすると共に、冷却媒体は電気炉の加熱領域とラジエーター及びプロアーを含む閉ループ循環路中を循環させるようにしたものであり、電気炉の熱処理における立上りの加熱工程で、高速ランプアップを図っても、冷却媒体の適宜の供給によってオーバーシュート分を抑制し、速やかに炉内温度を平衡温度に安定させることができるので、熱処理の作業時間が短縮でき、熱処理の作業性を著しく向上させることができるのである。

#### 【実施例】

次に本発明を図示の実施例により更に詳しく説明する。尚、理解を容易にするため従来例と同一部分には同一符号を付してその詳細は省略する。第1図において、縦型の電気炉は第1カバー1、第2カバー2、断熱材3、セラミックのスペーサ4、ヒータ5、均熱管6（これには限定されないが、温度制御を容易にするために、その厚さが2.0～5.0mmであることが好ましい）、プロセス

チューブ(反応管)7で構成され、その反応管内に石英ポート8に搭載した半導体ウエーハ等の被処理物9が収納されて熱処理されるものである。そして、前記ヒータ5が配設されている断熱材3と均熱管6との間が加熱領域10となるのである。

このような電気炉において、温度調整するために、前記反応管7を外周から冷却させなければならない、従ってその外周面、即ち前記加熱領域10に冷却媒体を導入して流通させる流路11、12を上下に開口させ、これ等流路に冷却媒体を導入する手段、即ち冷却システム13が接続される。

この場合に、前記冷却システム13はラジエーター14、フィルター15及びプロアー16が循環路17を介して一連に接続された構成にし、前記プロアー16はモータ18により駆動され、該モータ18はその駆動が周波数インバーター19により制御されるように構成されている。そして、前記周波数インバーター19はその出力周波数を適宜設定できる制御部を有し、該制御部を適宜セットするか又は、前記反応管7内に配設した例えば温度管理用の熱電対

等のセンサーを利用して制御されるように構成されている。このような構成の冷却システム13はバルブ20を介し、循環路17が補助パイプ21、22を介して前記流路11、12に一連に接続され、前記ラジエーター14、フィルター15及びプロアー16からなる冷却システム13の循環路17からの冷却媒体が前記加熱領域10を通る閉ループ循環路中を循環するように構成されている。尚、冷却媒体として $N_2$ 等の不活性ガスが使用される場合には、不活性ガス供給手段30が循環路17に接続される。そして、循環路17は常に不活性ガス等で満たされるように調整される。尚、この不活性ガス供給手段30はON/OFFバルブ31、流量計32、不活性ガス供給源33から構成されることが好ましい。

このように冷却システム13を付加することにより、実際に稼働させると、第2図のグラフに示したように温度調整ができる。即ち、反応管7内の温度を例えば800℃程度にしておいて被処理物9を収納し、前記ヒータ5に作業性を考慮して、平行温度維持容量以上の通電をしてランブアップ

させることで、加熱領域10の温度が急勾配をもって上昇し、均熱管6を介して反応管7内の温度もそれに伴って順次上昇する。この上昇において、例えば図aのような急勾配をもって内部温度が上昇し、炉内温度が1200℃を検知した時又はその直前に、ヒータ5への通電を中止するか、又は弱める。そして、それと同時に冷却システム13を駆動し、前記加熱領域10に冷却媒体を流通させることにより、ヒータ5、均熱管6及び反応管7の外周面を冷却して強制的にランブダウンさせる。しかしながら多少のオーバーシュートbは生ずる。このランブダウンにより炉内温度が再び1200℃に達した時に、直ちに冷却システム13の駆動を中止し、前記ヒータ5に対して平衡温度を維持する容量の通電を行う。

この場合に、ランブダウンにより加熱領域10の温度も一時的に1200℃以下に下がるが、ヒータ5、均熱管6及び反応管7自体は、それ等の構成部材の特有の熱伝導度及び熱伝達率等によって表面の温度のみが一時的に1200℃以下に下

ることになり、ヒータ5に対して平衡温度を維持する容量の通電を行っても、前記冷却の影響を受けて急激にランブダウンし、所定の時差をもって反応管7の内部温度、即ち炉内温度もオーバーシュートbから降下して一時的に1200℃以下になる。しかしながら、炉内温度を検出してその領域の温度が1200℃以下になった時に、直ちにヒータ5に対して平衡温度を維持する容量の通電を行うので、炉内温度がそれほど大きく1200℃を下回らないうちに、加熱領域10内が平衡温度維持に必要な温度に加熱されることにより、炉内温度も比較的早く平衡温度を維持するようになる。この場合の時間tは略3～5分程度である。

反応管7の内部温度、即ち炉内温度が平衡温度に保たれた状態において、反応管7の内部に適宜の反応ガスを供給して、所定時間に亘る熱処理をする。尚、熱処理が終了した時点で、被処理物9を取り出す場合に、単にヒータ5への通電を中止して放冷させるだけでは時間が掛かるため、前記冷却システム13を駆動して例えば炉内温度を80

0℃まで冷却する。

この場合にも、前記加熱領域10に冷却媒体を流通させて、強制的に冷却速度5～10℃/minで800℃まで冷却を行う。例えば5℃/minで冷却する場合に、モータ18の駆動を周波数インバーター19により制御することにより、フロアー16の駆動が制御され、循環路17を循環する冷却媒体の流量を調整するのである。つまり、使用される周波数インバーター19は3～120Hzの間でその周波数が可変であり、適宜制御部から設定された出力信号（例えば、DC0～5V、0～10V、5～20mA）によってその周波数が調整され、それによってモータ18の回転数が設定される。そして、流通する冷却媒体の流通量はモータの回転数に比例し、且つ前記領域5を通過する冷却媒体による冷却は、温度差（入る時と出る時）×冷却媒体の密度×体積に基づくものであり、この関係を利用して前記周波数インバーター19による出力を制御するのである。

このように制御することにより、冷却媒体が送

切れることなく連続して流通し、その流通量だけが制御されるため、緩やかな下降線、即ち理想的な冷却スロープ線dを描いて順次冷却されるのである。尚、使用される冷却媒体としては、例えばN<sub>2</sub>等の不活性ガスが使用される場合は、前述の不活性ガス供給手段が必要であるが、冷却媒体が大気である場合は必要ではない。

尚、前記説明においては、ウエルタイプ（井戸型）の炉について説明したが、これに限定されることなく例えば、ベルタイプ又は横方炉に適用しても同一の機能を発揮することは言うまでもない。又、冷却媒体の循環方向においても、下から上に、若しくは上から下に循環させても同様の機能を発揮することは勿論である。

#### 〔発明の効果〕

以上説明したように本発明に係る電気炉の温度制御方法は、反応管の外周面に配設されたヒータを含む加熱領域に冷却媒体を適宜供給し、ランプアップによるオーバシュートを抑制して短時間で炉内温度を安定させるようにしたことにより、電

気炉の熱処理における立上りの加熱工程で、高速度ランプアップを図っても、冷却媒体の適宜の供給によってオーバシュート分を抑制し、速やかに炉内温度を平衡温度に安定させることができるので、熱処理の作業時間が短縮でき、1つの電気炉における熱処理の作業性を著しく向上させることができると云う優れた効果を奏する。

又、前記冷却媒体の供給手段としてラジエター及びフロアーが加熱領域を含む循環路に設けられ、該フロアーの駆動を周波数インバーターによって回転速度を制御して駆動するようにしたことにより、前記オーバシュート分を抑制し、速やかに炉内温度を平衡温度に安定させると共に、熱処理後に予定された温度まで速やかに且つ安定した温度降下をもってランプダウンさせることもでき、それによって1つの電気炉における熱処理の作業性を著しく向上させることができると云う優れた効果も奏する。

更に、冷却媒体は電気炉の加熱領域とラジエター及びフロアーを含む閉ループ循環路中を循環さ

せるようにしたことにより、クリーンルームを汚染することなく常にクリーンに保つことができるという優れた効果も奏する。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の温度制御方法を実施する電気炉の要部のみを略示的に示した説明図、第2図は同制御方法を実施したときの温度状態を示すグラフ、第3図は従来例の電気炉の要部のみを略示的に示した説明図、第4図は同従来例における電気炉の温度状態を示すグラフである。

- |             |                |
|-------------|----------------|
| 1 …… 第1カバー  | 2 …… 第2カバー     |
| 3 …… 断熱材    | 4 …… スペース      |
| 5 …… ヒータ    | 6 …… 均熱管       |
| 7 …… 反応管    | 8 …… 石英ポート     |
| 9 …… 被処理物   | 10 …… 加熱領域     |
| 11、12 …… 流路 | 13 …… 冷却システム   |
| 14 …… ラジエター | 15 …… フィルター    |
| 16 …… フロアー  | 17 …… 循環路      |
| 18 …… モータ   | 19 …… インバーター   |
| 20 …… バルブ   | 21、22 …… 補助パイプ |

30... 不活性ガス供給手段

31... バルブ

32... 流量計

33... 不活性ガス供給源

A、B... 熱電対

特許出願人 株式会社ディスコハイテック

代理人

秋元 輝

同



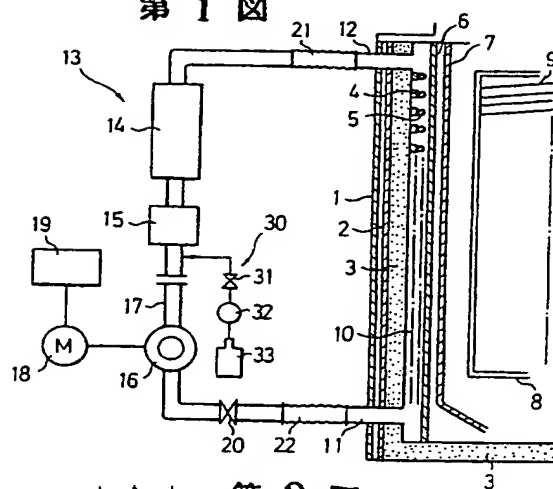
同

秋元 不二

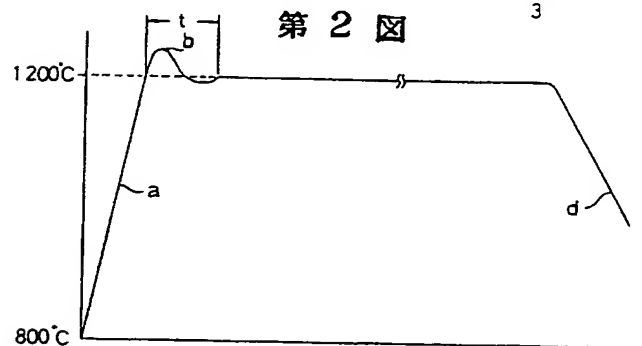
同



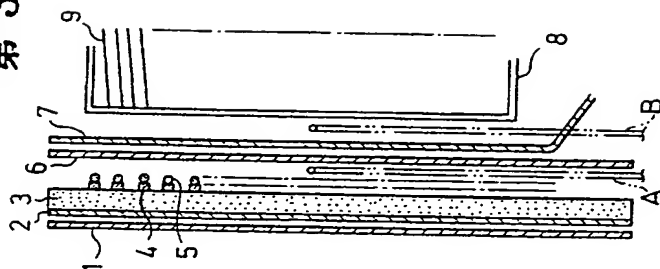
第 1 図



第 2 図



第 3 図



第 4 図

